

**For : The Patent Application**

**Our Ref. : NT0550US**

**\* LIST OF THE REFERENCES**

1. Japanese Laid-open No.03-102249
2. Japanese Laid-open No.11-142127
3. Japanese Laid-open No. 09-304289
4. Japanese Laid-open No. 03-102248

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-102249

(43)Date of publication of application : 26.04.1991

(51)Int.Cl.

G01N 21/88  
H01L 21/027

(21)Application number : 01-239928

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.09.1989

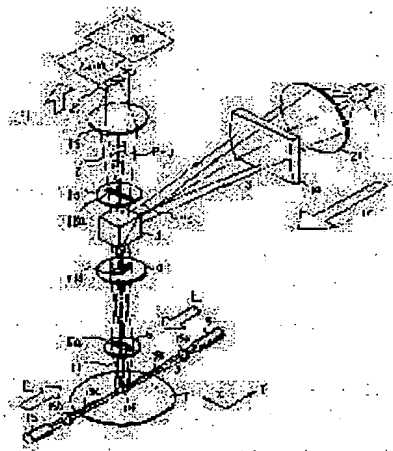
(72)Inventor : KOIZUMI MITSUYOSHI  
OSHIMA YOSHIMASA

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING FOREIGN MATTER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To inspect the fine foreign matter on a sample at a high speed by discriminating the same from a pattern by alternately performing the first and second illuminations in a time sharing manner and detecting the scattering beam from an objective body in a time sharing manner in synchronous relation to both illuminations by one photoelectric converter.

**CONSTITUTION:** An oblique illumination system L performing oblique illumination is constituted of a laser beam source 15 and a condensing lens 15b. A vertical illumination system H performing linear vertical illumination (second illumination) is constituted of a laser beam source 1, a condensing lens 21, a cylindrical lens 14, a translucent prism 3, a field lens 4 and an objective lens 6. Detection systems L, H are constituted of a shield plate 18, an image forming lens 16, a unidimensional solid-state imaging device (detector) 20 and a signal processing circuit 300. The scattering beams generated by the illumination systems L, H pass through the objective lens 6, the translucent prism 3 and the shield plate 18 to be formed into an image on the detector 20. The first and second illuminations are performed in a time sharing manner to emit beams in a pulsating manner and, by synchronously detecting the outputs VL, VH of the detector 20, scattering beams due to two kinds of illumination beams can be separated and detected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-102249

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月28日

G 01 N 21/88  
H 01 L 21/027

E 2107-2G

2104-5F H 01 L 21/30 3 0 1 V

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑮ 発明の名称 異物検出方法およびその装置

⑯ 特 願 平1-239928

⑰ 出 願 平1(1989)9月18日

⑱ 発 明 者 小 泉 光 義 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 大 島 良 正 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

異物検出方法およびその装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 第1の照明により対象物体上の異物を強調させて光電変換素子で検出し、第2の照明により対象物体上の背景を強調させて光電変換素子で検出し、第1の照明で得られる検出信号と第2の照明で得られる検出信号により対象物体上の異物を顕在化して検出する異物検出方法において、第1の照明と第2の照明を時分割で交互に行い、1つの光電変換素子で第1の照明と第2の照明に同期して第1の照明と第2の照明による検出を時分割で行うことを特徴とする異物検出方法。

2. 第1の照明手段により対象物体上の異物を強調させて光電変換素子で検出し、第2の照明手段により対象物体上の背景を強調させて光電変換素子で検出し、第1の照明手段で得られる検出信号と第2の照明手段で得られる検出信号に

より対象物体上の異物を顕在化して検出する手段を有する異物検出装置において、第1の照明手段と第2の照明手段を時分割で交互に駆動する手段と、1つの光電変換素子で第1の照明手段と第2の照明手段の駆動と同期して第1の照明手段と第2の照明手段による検出を時分割で行う手段とを有することを特徴とする異物検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体LSIウエハまたはマスク上の異物を検出する異物検査方法およびその装置に係り、特にLSI製造中間工程でのパターン付きウエハ等上の微小異物を高速・高感度で検出する異物検査に好適な異物検出方法およびその装置に関する。

(従来の技術)

従来のLSI製造の中間工程でのパターン付きウエハ上の異物検査作業は製品歩留り向上および信頼性向上のために不可欠である。このパターン

## 特開平3-102249(2)

付きウエハ上の微小な異物を自動的に検出する異物検査方法およびその装置は、特開昭61-104243号公報に記載のように異物に対して散乱効果の大きな照明Lと、散乱効果の小さな照明Hの2種照明を行い、照明Lによる散乱光は異物で発生し易く、照明Hによる散乱光はパターンで発生し易いことに着目して、照明L、Hによる散乱光信号の比を検出することにより、微細な異物を安定・高感度を検出できる。また散乱光検出器として、各々の画素の受光部の大きさが $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ （試料面上に換算）程度以下の複数の光電変換固体撮像素子を使用し、各々の画素の受光部からの出力を同時に並列比較処理することにより、高速度を劣化せずに高感度に異物検査を行える。つぎに上記従来技術を更に発展させた例を第11図ないし第14図により説明する。

第11図は従来の異物検査方法およびその装置を更に発展させた例を示す照明・検出系の斜視図である。第11図において、従来の照明L、Hにそれぞれ斜方照明、落射照明を用いた発展例を示し、

ある。第13図において、検出器20L、20Hの出力信号 $V_L$ 、 $V_H$ は対応する画素毎にアナログ比較演算回路100で信号比 $V_L/V_H$ を演算し、2値化回路101で2値化する。2値化回路101の出力はOR回路102で検出和をとり、「1」があった場合には異物メモリ23に記憶する。上記のように2つの検出器20L、20Hは正確に試料上同一点を検出する必要がある。

第14図は第11図の問題点の説明図である。第14図において、2つの検出器20L、20Hの試料上の検出点がずれている場合には、パターン2や異物13a、13bを検出する画素が違ったり、時間的にずれを生じて、正確な比較演算ができず、異物検出感度が劣化する。しかし2つの検出器20L、20Hの正確な位置合せが極めて困難なため、異物検出感度の劣化が避け難い。また一度位置合せを行っても、検出器20L、20Hの僅かな位置ずれ（ドリフト）の発生は避けることができない。また2個の検出器20L、20Hの感度合せを必要とする。さらに検出器20L、20Hは並列出力であり、かつ

例えば同時に斜方S偏光照明15c（波長 $\lambda_1$ ）と落射S偏光照明11（波長 $\lambda_2$ ）を同一試料点に照明して、色分離プリズム150と検光子151L、151Hで散乱光12のうちのP偏光成分のみを検出器20L、20Hにより検出して比較する。

第12図は第11図の異物検出原理の説明図で、検出器20L、20H（例えば1個の画素4）の出力とその2値化法を示す。第12図aは異物13a、13bが存在する例えばS1ウエハ上に斜方S偏光照明15cを照射した場合を示し、第12図bはその場合の出力信号 $V_L$ を示し、第12図cはその2値化信号 $S_d$ を示す。この場合にはパターン散乱光12pと同程度の散乱光12を生じる微小異物13は検出不能である。第12図dは同一場所に落射S偏光照明11を照射した場合を示し、第12図eはその場合の出力信号 $V_H$ を示す。第12図fは2つの出力信号 $V_L$ 、 $V_H$ の比 $V_L/V_H$ の信号を示し、第12図gはその2値化信号 $S_d$ を示す。これにより微小異物13aの検出を可能としている。

第13図は第11図の信号処理回路のブロック図で

2つの検出器20L、20Hを用いるため、各々の画素に必要な信号増幅回路の規模が大きくなる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は2つの検出器の位置ずれに対して配慮がされておらず、異物検出感度が劣化するなどの問題があった。

本発明の目的は検出器の位置ずれ誤差や感度合せ誤差に起因する異物検出感度劣化を除去して、パターン付き試料上の $0.5 \mu\text{m}$ 程度の微細な異物を簡素な回路構成でパターンと弁別して高速度に検査する異物検査方法およびその装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明による異物検査方法およびその装置は、第1の照明と第2の照明を時分割で交互に行い、1つの光電変換素子で第1と第2の照明に同期して対象物体からの散乱光を時分割で検出することにより、対象物体上の異物を検出するようにしたものである。

〔作用〕

## 特開平3-102249(3)

上記の異物検出方法およびその装置は、第1の照明（斜方照明）と第2の照明（落射照明）を時分割でパルス的にを行い、第1と第2の照明に同期して第1の照明（斜方照明）による散乱光検出と第2の照明（落射照明）による散乱光検出とを同一の光電変換素子（検出器）で行うことができるので、異物検出感度の劣化を除去できる。

## 〔実施例〕

以下に本発明の実施例を第1図ないし第10図により説明する。

第1図は本発明による異物検出方法およびその装置の一実施例を示す照明・検出系の斜視図である。第1図において、試料7に対して斜方照明（第1の照明）を行う斜方照明系Lはレーザ光源15と、集光レンズ15bとから構成される。試料7に対して縦状落射照明（第2の照明）を行う落射照明系Hはレーザ光源1と、集光レンズ21と、シリンドリカルレンズ14と、半透過プリズム3と、フィールドレンズ4と、対物レンズ6とから構成される。検出系J、Hは0次回折光を透光する選

光板18aを有する透光板18と、結像レンズ16と、1次元固体撮像素子（検出器）20と、信号処理回路300とから構成される。

上記構成で、落射照明系Hには縦状に集光させる光学素子のシリンドリカルレンズ14を用いて、レーザ照明光11を試料7上で縦状スポット11fに集光するので、Y方向の走査が不要となる。レーザ光源1から集光レンズ21を経たレーザ光11はシリンドリカルレンズ14を通過すると縦状レーザスポット11gを形成する。さらに半透過プリズム3により反射したレーザ光11はフィールドレンズ4の絞り4a内に縦状スポット11dを形成し、対物レンズ6の絞り6a内に縦状スポットを形成する。対物レンズ6を通過後に、試料7上に縦状スポット11fが集光される。照明系L、Hによって生じた散乱光は対物レンズ6と半透過プリズム3と透光板18を通過後に、結像レンズ16により検出器20上に結像される。この斜方照明（第1の照明）と落射照明（第2の照明）を時分割でパルスに発光させ、検出器20の出力V<sub>L</sub>、V<sub>H</sub>を同期検出すると

とにより、2種の照明光による散乱光を分離検出することができる。

第2図～第5図は本発明による異物検出方法およびその装置の実施例を示す照明・検出系の偏光状態の光路図である。第2図の実施例で第1図の照明光11と散乱光12の偏光状態を説明する。斜方照明系Lと落射照明系HはS偏光（X方向に振動成分を有する直線偏光）であり、試料7の表面上の異物とパターンからの散乱光12はP偏光（Y方向に振動成分を有する直線偏光）とS偏光の混合となる。本実施例では検出器20は全散乱光（S偏光＋P偏光）を検出するため、散乱光検出光量が多くて高S/N検出ができるので、高速検査が可能となる。

第3図～第5図の実施例は第1図（第2図）に比べて異物とパターンの弁別比向上を図った例である。第3図の実施例では検出系Hに検光子等の偏光素子151を設置して散乱光11のうちP偏光成分のみを検出しており、異物とパターンの弁別比の向上が可能となる。第4図の実施例では第3図

の偏光素子151の代りに偏光ビームスプリッタ150aを用いており、偏光ビームスプリッタ150aのP偏光透過特性が検光子よりも高いため、第3図よりも検出光量を増大できて高S/N検出が可能となる。

第5図の実施例では斜方照明系Lと落射照明系Hとで異なる波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を使用して、さらに色分離および偏光特性を有するダイクロイックミラー150bを用いた例であり、色フィルタ152と組み合わせることにより、照明系L、Hの散乱光を分離することができる。本実施例では落射照明系Hによる散乱光（ $\lambda_2$ ）検出側のみ透光板18を設置するので、斜方照明系Lによる散乱光（ $\lambda_1$ ）検出の散乱光光量が得られる。ダイクロイックミラー150bによって分岐された散乱光はミラー154、155および半透過プリズム153を経て検出器20に入る。本実施例でも異物とパターンの弁別比の向上が図れる。

第6図(a)～(d)は第1図～第5図のレーザ光源の発光タイミングの説明図である。第6図(a)～(d)に

## 特開平3-102249(4)

において、第1図～第5図の実施例では斜方照明と落射照明を時分割でパルス状に発光させて、検出器20の出力 $V_L$ 、 $V_R$ を同期検出することにより両方の散乱光を分離検出しており、第6図(a)は画面の大きさ $25\mu\text{m}^2$ (試料面上に換算)の検出器20の中を $0.5\mu\text{m}$ 程度の微細異物13が通過した場合を示し、第6図(b)はその時の散乱光信号 $V_L$ 、 $V_R$ の光量変化を示し、第6図(c)はそれぞれ斜方照明Lと落射照明Hを時分割で発光させるタイミングを示し、2種の照明L、Hは重複しないようにずらして交互に発光させる。この間隔 $\Delta t$ は短いため、レーザ光源15、1は高速駆動が可能な半導体レーザが適している。

第7図は第1図～第5図の発光と検出のタイミングの説明図である。第7図において、第7図aは2つの照明を連続して行った場合を示し、第7図bはパターン2および異物13a、13bが存在する例えばSiウェハ上に斜方照明レーザ光15を照射した場合を示し、第7図cはその時の出力信号 $V_L$ を示す。第7図dは同一箇所を落射照明レ

ーザ光15を照射した場合を示し、第7図eはその時の出力信号 $V_R$ を示す。第7図fは2つの出力信号の比 $V_L/V_R$ を示す。

第7図g～oは本発明の2つの照明を時分割でパルス状に行った場合を示し、第7図gは斜方照明15の発光タイミングを示し、第7図hはその連続照明した場合の出力信号 $V_L$ を示し、第7図iはその発光タイミングで照明した場合の出力信号 $V_L'$ を示す。第7図jは落射照明11の発光タイミングを示し、第7図kはその連続照明した場合の出力信号 $V_R$ を示し、第7図lはその発光タイミングで照明した場合の出力信号 $V_R'$ を示す。第7図mは照明L、Hをその発光タイミングで照明した場合の検出器20の出力信号 $V_L' + V_R'$ を示し、第7図nはその出力信号 $V_L' + V_R'$ をサンプル・ホールドした信号を示す。第7図oはそのサンプル・ホールド信号を用いて求めた信号比 $V_L'/V_R'$ を示し、第7図pはこの信号比 $V_L'/V_R'$ を2値化して得られる異物信号Sdを示す。

第8図は第1図～第5図の発光と検出のタイミ

ングのデューティの説明図である。第8図において、一般に検出器20や信号処理回路300には電気的な遅延が生じるので、2つの照明L、Hによる散乱光を正確に検出して出力信号 $V_L$ 、 $V_R$ を得るためには、その発光タイミング $T_L$ 、 $T_R$ のデューティを50%以下にする必要がある。この発光タイミング $T_L$ 、 $T_R$ と同期したサンプルパルス $S_L$ 、 $S_R$ を用いて出力信号 $V_L + V_R$ をサンプル・ホールドすることにより、出力信号 $V_L'$ 、 $V_R'$ を求めることができる。

第9図は本発明による異物検出方法およびその装置の一実施例を示す駆動回路および信号処理回路30のブロック図である。第9図において、タイミング発生回路200はレーザ発光のタイミングパルス $T_L$ 、 $T_R$ をレーザ駆動回路15a、1bに与えて、レーザ光源15、1を時分割で発光させる。タイミングパルス $T_L$ 、 $T_R$ は同時に信号分離回路201に与えて、検出器20の出力信号 $V_L$ 、 $V_R$ に分離し、ホールド回路202Lに斜方照明タイミング $T_L$ の散乱光信号 $V_L'$ をホールドして、ホールド回

路202Hに落射照明タイミング $T_R$ の散乱光信号 $V_R'$ をホールドする。散乱光信号 $V_L'$ 、 $V_R'$ よりアナログ比較演算回路100で信号比 $V_L'/V_R'$ を演算し、2値化回路101でしきい値 $\alpha$ により2値化すると異物13を検出した信号が得られる。この場合に検出器20の画面1～nに対して、アナログ比較演算回路100と2値化回路101を複数個もちいて、同時に並列処理することにより高速・高感度の異物検出ができる。OR回路22は検出器20の画面1～nのいずれかで検出した異物信号を出力して異物メモリ23に記憶する。

第10図は本発明による異物検出方法およびその装置の一実施例を示す装置構成のブロック図である。第10図において、試料7は送りステージ220に固定し、モータ47とモータ50によりXY方向に移動できる。また送りステージ220は板ね49を介して保持されており、モータ43によって上下方向(Z)に移動可能である。かつ自動焦点センサ30により試料表面の高さを測定し、モータ駆動回路31によりモータ43を駆動して試料表面が対物

特開平3-102249(5)

レンズ6の焦点位置にくるようにZを制御している。マイコン32はモータ47, 50を制御して試料全面を検査すべく、送りステージ220を駆動する。さらにマイコン32は信号処理回路30のOR回路22の出力信号を異物検出回路33へ出力する。

上記実施例ではアナログ比較演算回路202を用いているが、検出器20の画素1〜nの出力をA/D変換して、デジタルでホールドと比較と2値化を行うこともできる。

上記実施例によれば、検出回路を1つにすることができ、位置決め誤差に起因する異物検出感度の劣化を除去できる。また検出回路を1つにしたことにより、アナログ増幅器等の回路規模の縮小が可能となる。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、パターン付きウエハ等の異物検出の高速性を維持しつつ、対象物上に存在する微細異物の検出を安定かつ高感度に行うことができる効果がある。

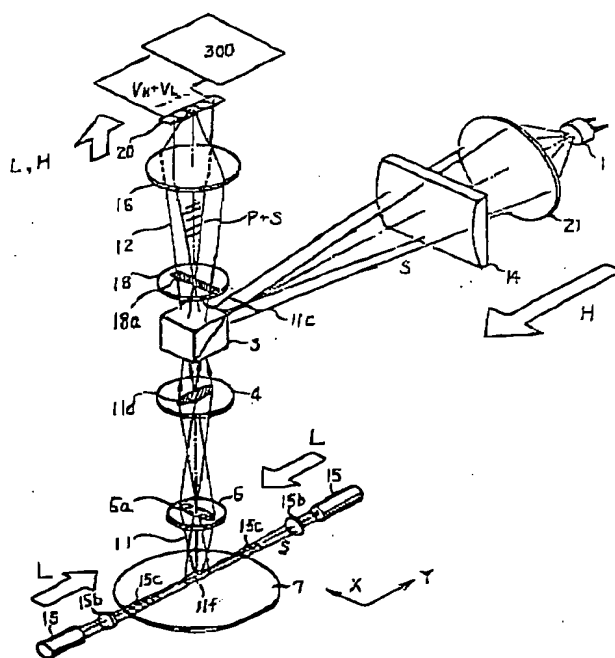
#### 4. 図面の簡単な説明

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| 22…OR回路         | 30…信号処理回路   |
| 100…アナログ比較演算回路  |             |
| 101…2値化回路       |             |
| 150a…ダイクロイックミラー |             |
| 151…偏光素子(検光子)   |             |
| 152…色フィルタ       | 153…半透過プリズム |
| 154, 155…ミラー    |             |
| 200…タイミング発生回路   |             |
| 202…ホールド回路      | 300…信号処理回路  |

第1図は本発明の一実施例を示す照明・検出系の斜視図、第2図〜第5図は本発明の実施例の照明・検出系の偏光状態の光路図、第6図は第6図(a)〜(c)は第1図〜第5図のレーザー光源の発光タイミングの説明図、第7図、第8図は第1図〜第5図の発光と検出のタイミングの説明図、第9図は本発明の一実施例を示す回路のブロック図、第10図は本発明の一実施例を示す装置構成のブロック図、第11図は従来の発光例を示す照明・検出系の斜視図、第12図は第11図の検出原理の説明図、第13図は第11図の回路のブロック図、第14図は第11図の問題点の説明図である。

- |                 |            |
|-----------------|------------|
| 1…レーザー光源        | 2…パターン     |
| 3…半透過プリズム       | 4…フィールドレンズ |
| 6…対物レンズ         | 7…試料       |
| 11…照明光          | 12…散乱光     |
| 13, 13a, 13b…異物 | 15…レーザー光源  |
| 15b…集光レンズ       | 15c…照明光    |
| 16…結像レンズ        | 18…遮光板     |
| 20…検出器          | 21…集光レンズ   |

第1図

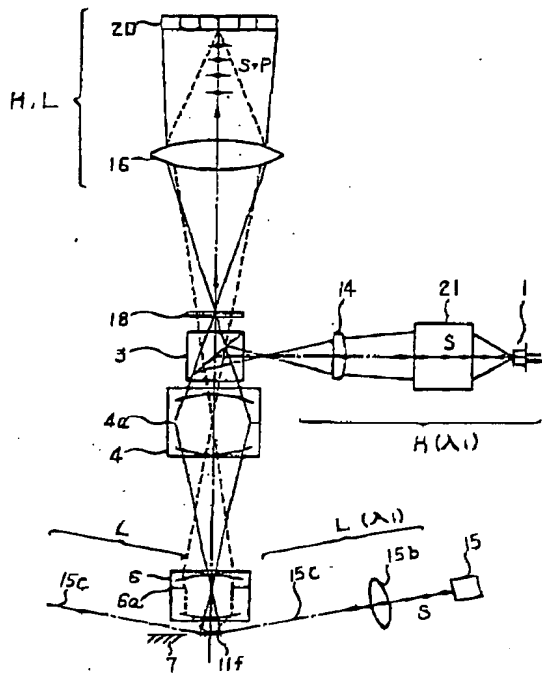


代理人 弁理士 小川 勝 男

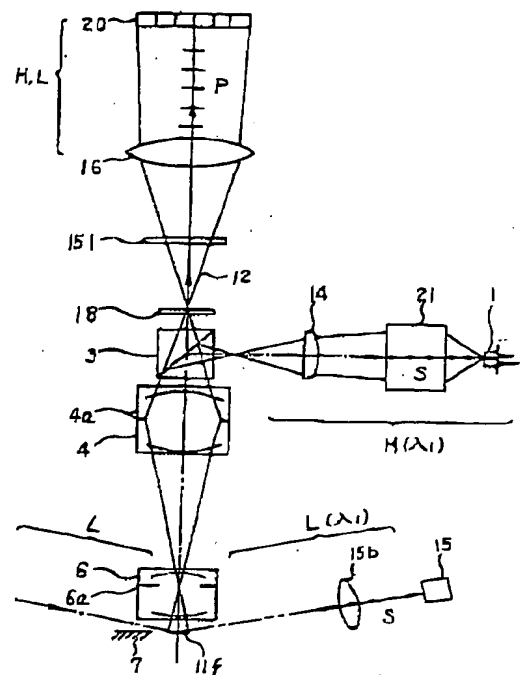


特開平3-102249(6)

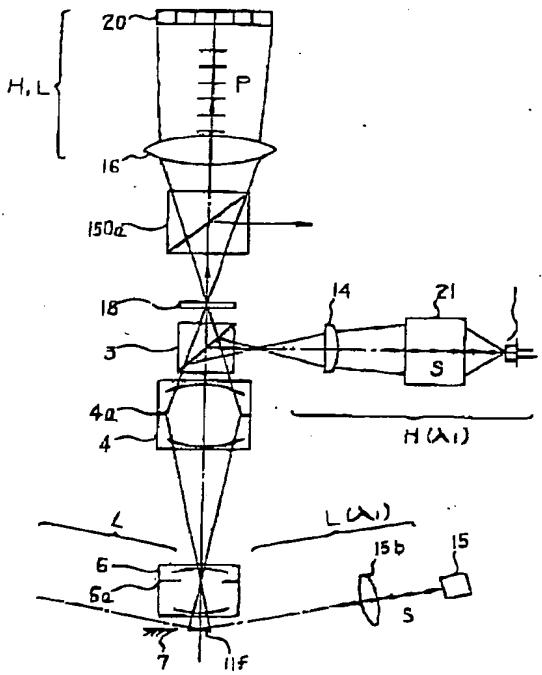
第2図



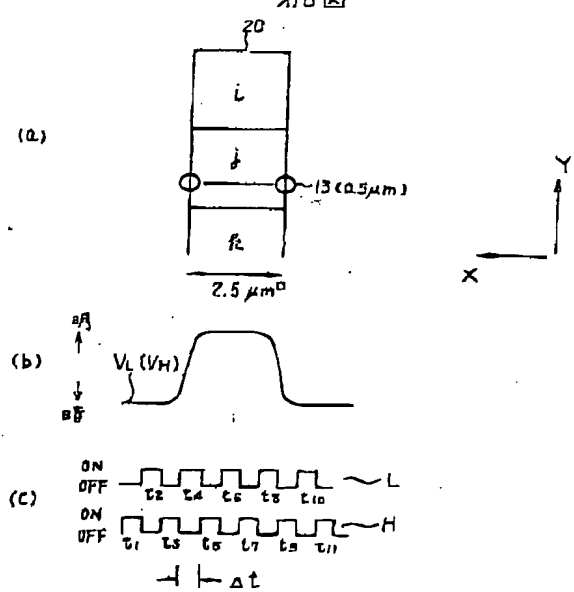
第3図



第4図



第5図



第5圖

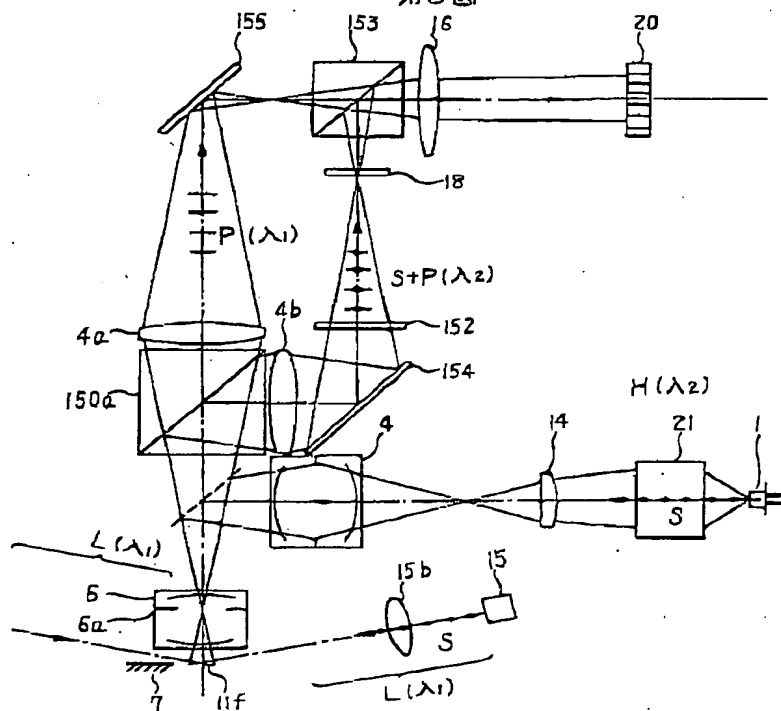
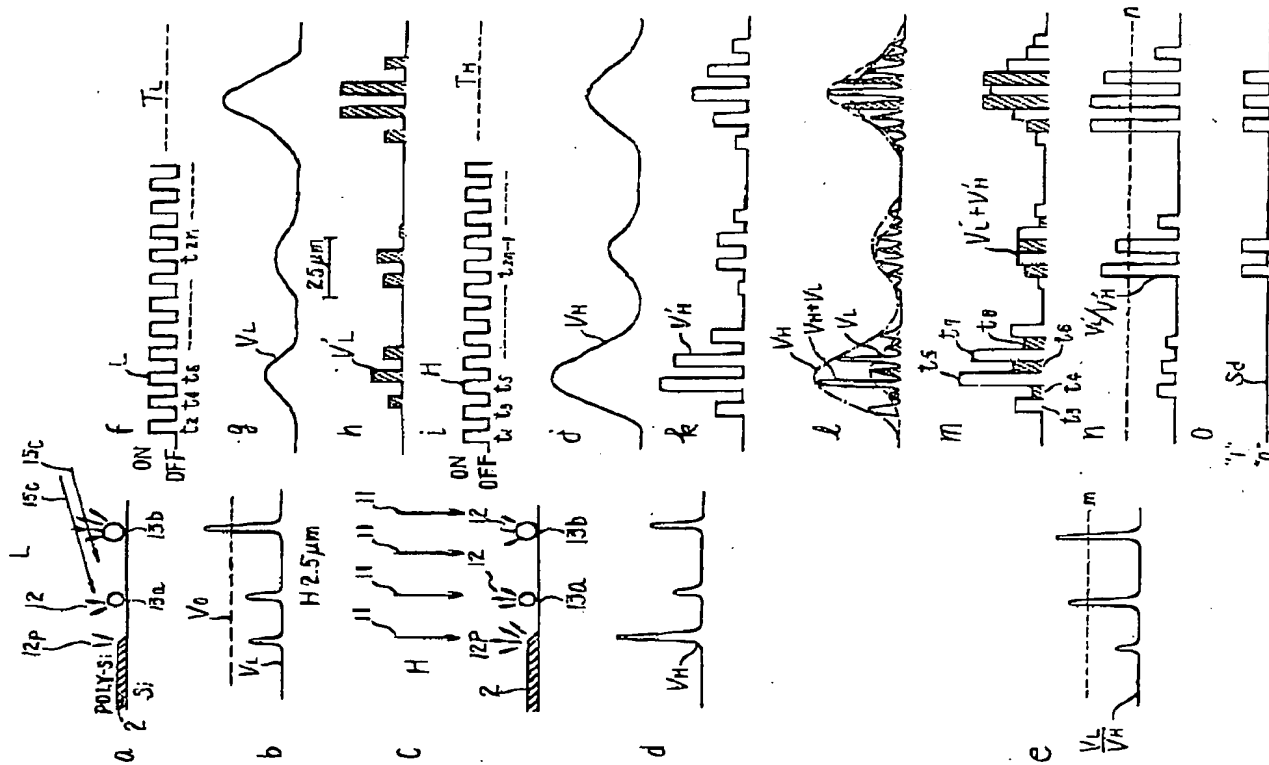
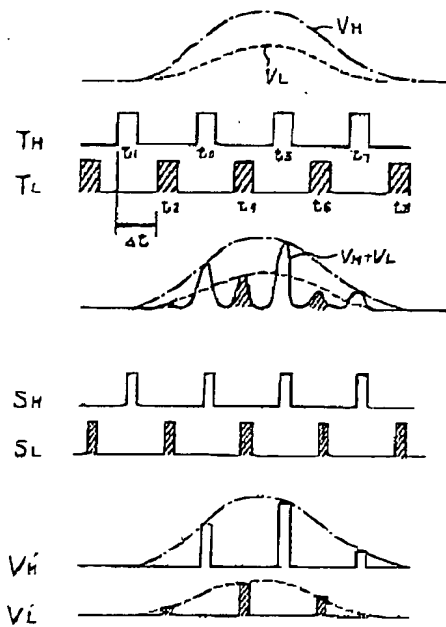


图7-5

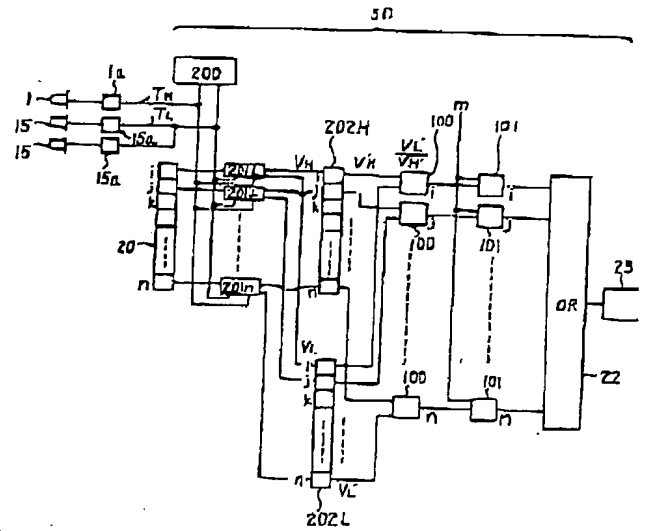


特開平3-102249(8)

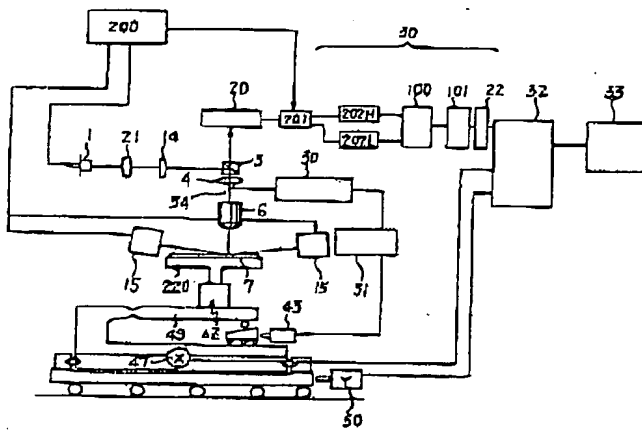
第8図



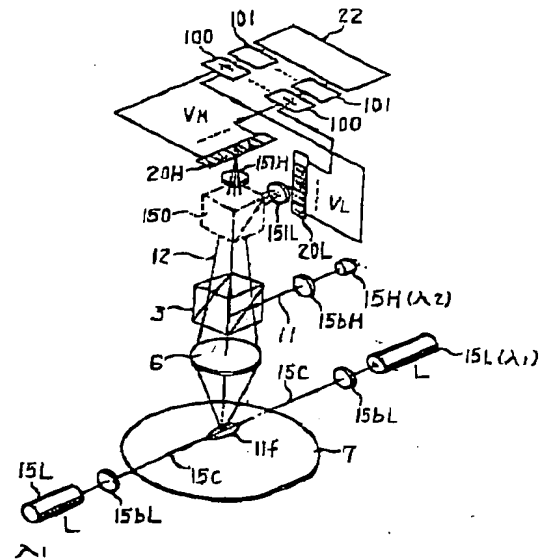
第9図



第10図

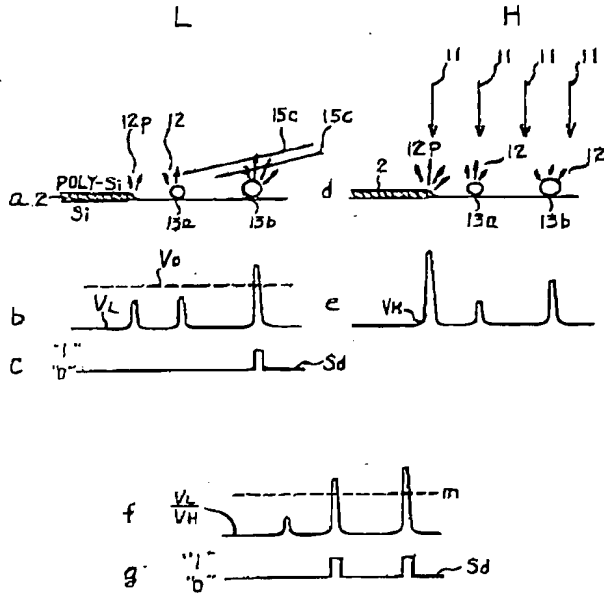


第11図

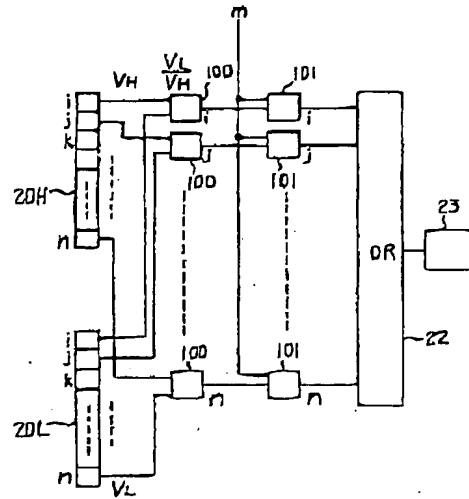


特開平3-102249(9)

第12図



第13図



第14図

